

5. DÁLKOVÉ MĚŘENÍ A PŘENOS DAT

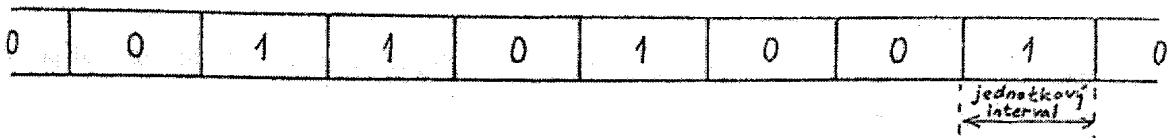
Struktura informačního systému závisí od cílů, které má daný systém plnit. V technických informačních systémech se jedná především o tyto cíle: dálkové měření, dálkový přenos dat a dálkové zpracování dat. Základním stavebním prvkem pro budování telekomunikačních sítí a služeb přenosu dat jsou spoje. Spoje klasifikujeme podle těchto kritérií: druh signálu přenášený spojem (analogový, číslicový), rychlost přenosu dat spojem (malá, střední, velká), druh spoje (pevný, komutovaný), vlastnictví spoje (soukromý, veřejný, propůjčený), způsob přenosu dat spojem (duplexní, poloduplexní a simplexní). Abychom lépe pochopili vlastnosti jednotlivých druhů spojů, musíme si objasnit druhy signálů, které je možné pro přenos použít.

5.1 Signály používané pro přenos dat

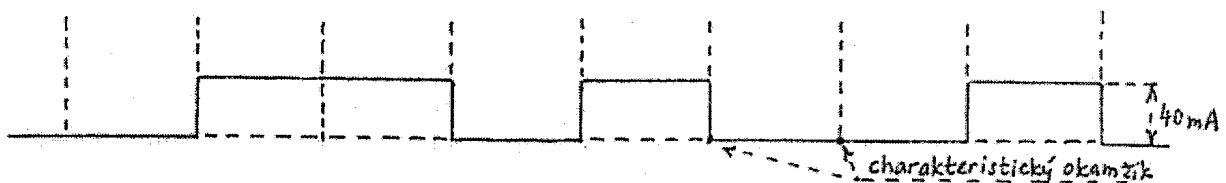
K přenosu dat se používá fyzikálních pochodů, jejichž vlastností je pohyb v prostoru. Jsou to např. různá vlnění (šíření vln světelných, zvukových a elektromagnetických) nebo mechanické přemísťování (listovní pošta). Tedy mezi vysílačem signálu a přijímačem se musí pohybovat "něco" na čem může vysílač zaznamenávat své stavy. Záznam těchto stavů se provádí modulací. Modulace je v podstatě časová změna nějakého parametru (veličiny) fyzikálního pochodu, který nese informaci. Signál je fyzikální veličina, která nese informaci. Signály dělíme na analogové (spojité) a diskrétní (nespojité). Analogové se signály dále dělí na stejnoseměrné (neutrální, polární) a střídavé (amplitudová modulace AM, kmitočtová modulace KM, fázová modulace FM a vztažná fázová modulace VFM). Jednotlivé druhy signálů jsou nakresleny na obr. 5.1, 5.2 a 5.3.

Neupravený datový signál (viz obr. 5.1b) není vhodný pro přímý přenos komunikačním kanálem na větší vzdálenosti. Obsahuje stejnosměrnou složku, jejíž přenos je obtížné zajistit, ať už pro elektrické vlastnosti kanálu (setrvačné kapacitní prvky) nebo pro nutnost galvanického oddělení vedení od vstupních obvodů přenosového zařízení (jištění proti bleskům, atd.). Datový signál můžeme zbavit nulové složky vhodným kódováním (viz obr. 5.1d,h). Polární a pseudoternární signály jsou používány v modemech GND pro spojení po telefonních linkách na vzdálenosti jednotek kilometrů. Fázová modulace NRZ (Manchester II) se používá například v lokální síti ETHERNET. Diferenciální fázová modulace je použita v lokálních sítích podle doporučení IEEE 802. Fázová modulace s návratem k nule (obr. 5.1h) je použita v lokálních sítích ARCnet.

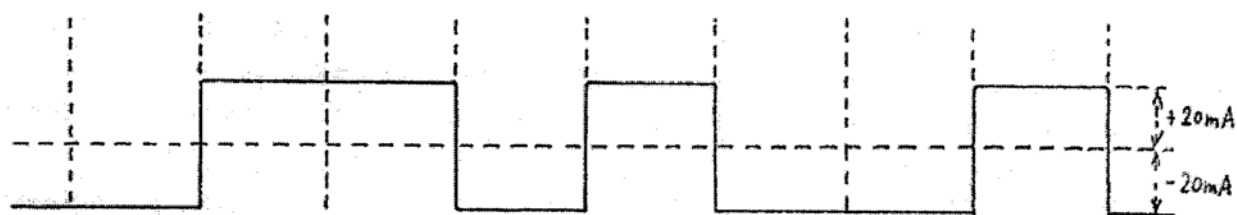
a) Posloupnost dvojkových symbolů (číslic)



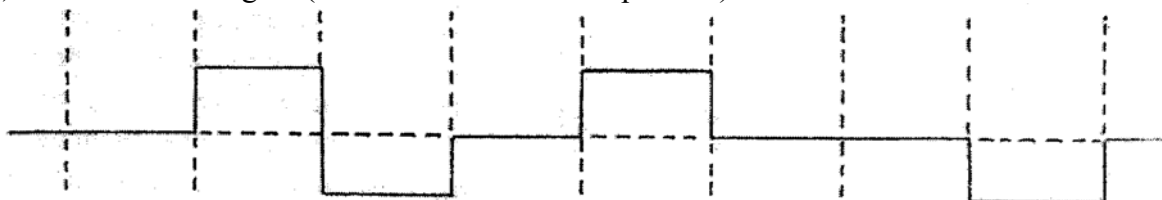
b) Neutrální signál (jednoduchý proud)



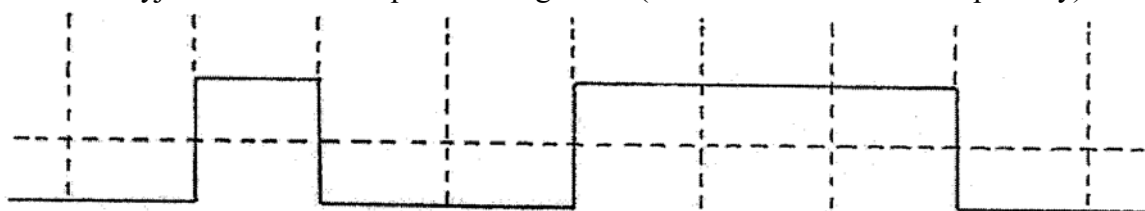
c) Polární signál (dvojitý proud)



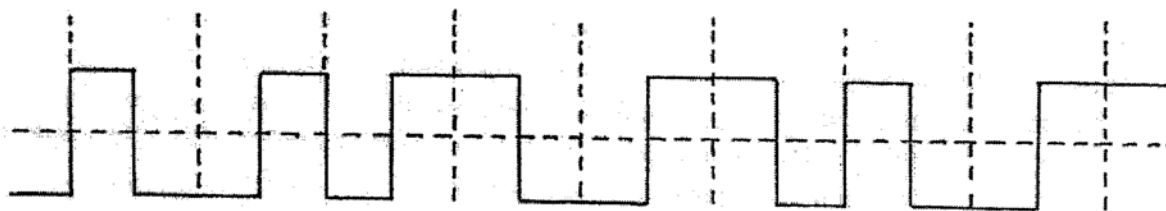
d) Pseudoternární signál (ve stavech "1" se střídá polarita)



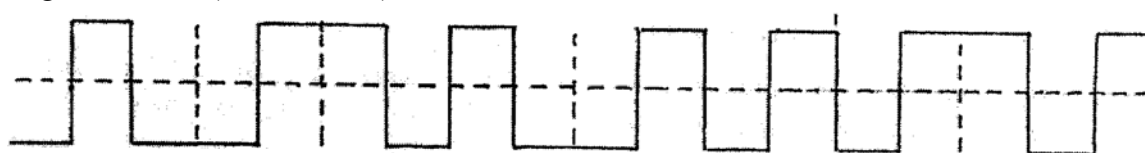
e) Vztažné vyjádření informace polárním signálem (stav "1" znamená změnu polarity)



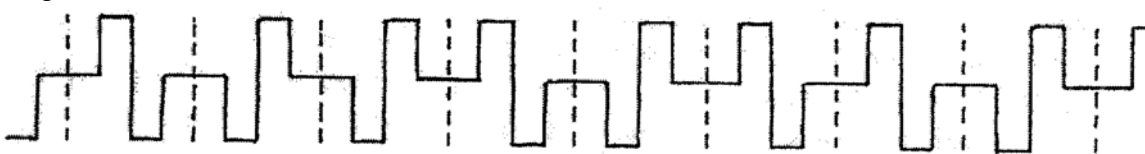
f) Signál fázové modulace NRZ (Manchester II)



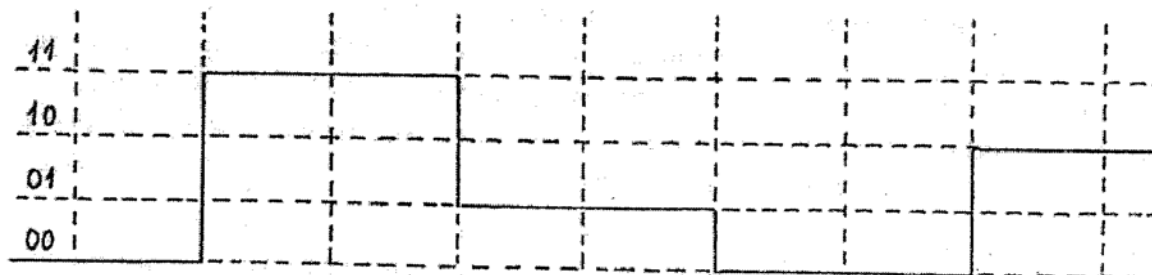
g) Signál vztažné (diferenciální) fázové modulace



h) Signál fázové modulace RZ



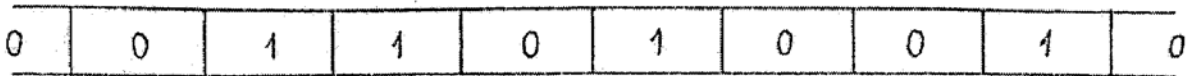
i) Čtyřstavový signál



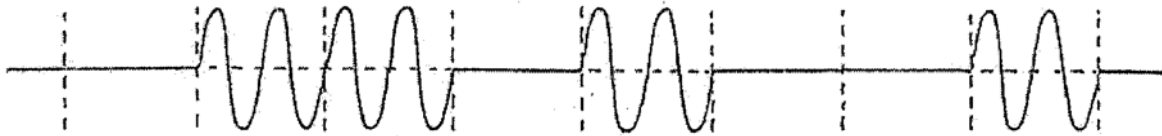
Obr. 5.1 Diskrétní (stejnsměrné) číslicové signály

Přenos kódovaného datového signálu označujeme jako přenos v základním kmitočtovém pásmu (0 až f_{\max}). Pokud chceme pro přenos dat využít posunuté kmitočtové pásmo, které neobsahuje základní harmonické přenášeného datového signálu, musíme použít modulaci. Je-li nosným signálem harmonický signál : $u(t) = U \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, můžeme modulací ovlivnit jeho amplitudu U (obr. 5.2b), kmitočet ω (obr. 5.2c) nebo fázi φ (obr. 5.2d, e, f). Protože kmitočtové spektrum modulovaného signálu leží v jiné kmitočtové oblasti než spektrum signálu modulačního, mluvíme o přenosu v přeloženém pásmu. Amplitudová modulace AM se pro přenos dat po elektrických vedeních nebo radiových kanálech používá pouze výjimečně, protože má malou odolnost vůči rušení. Používá se na optických spojích, kde jsou jiné způsoby modulace hůře realizovatelné a na koaxiálních kabelech lokálních sítí.

a) Posloupnost dvojkových symbolů (číslic)



b) Amplitudová modulace (CCITT - V.1)



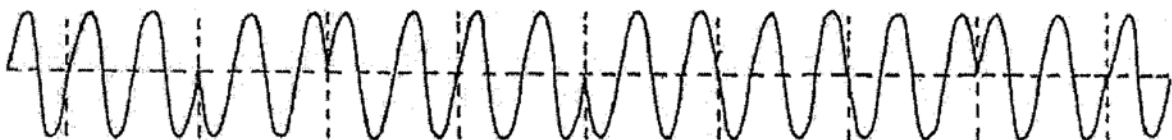
c) Kmitočtová modulace (CCITT - V.1)



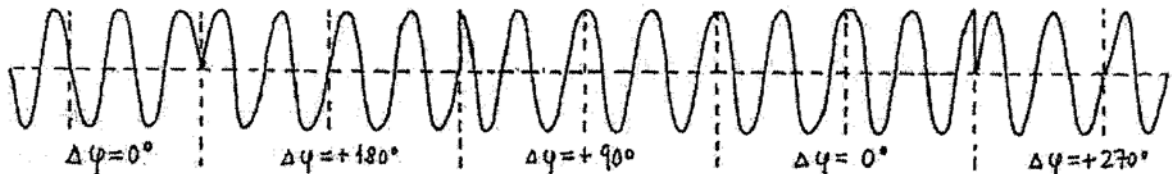
d) Fázová modulace s referenční fází (CCITT - V.1)



e) Dvoustavová vztažná fázová modulace (CCITT - V.1)



f) Čtyřstavová vztažná fázová modulace

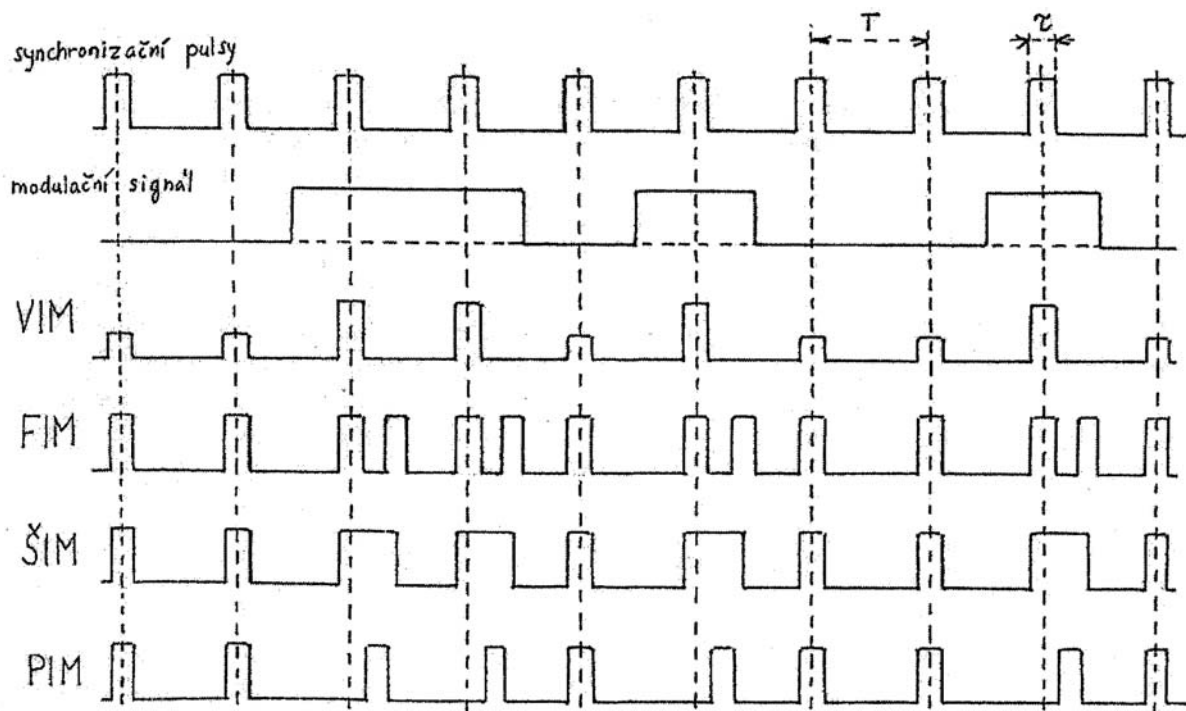


Obr. 5.2 Střídavé (modulované) číslicové signály

Kmitočtová modulace KM (anglicky FM) je široce používána pro přenos dat po telefonních spojích a pro přenos dat radiovými kanály (viz obr. 5.2c). Je málo citlivá na amplitudové zkreslení i na rušivé signály. Její nevýhodou je větší potřebná šířka pásma ve srovnání s AM. Fázová modulace FM (anglicky PM) využívá velice dobře šířky přiděleného kmitočtového pásma a je používána pro přenos dat po telefonních kanálech rychlostmi 2 400 bit/s (čtyřstavová fázová modulace) a 4 800 bit/s (osmistavová fázová

modulace). U vztažné fázové modulace je binární "1" vyjádřena změnou fáze nosných kmitů o $\pm 180^\circ$ vůči fázi předcházejícího prvku (obr. 5.2e), čímž je dosaženo větší odolnosti vůči rušení (není třeba přenášet referenční signál). Pro ještě vyšší přenosové rychlosti : 9 600 bit/s a 19 200 bit/s je nutné kombinovat fázovou modulaci s modulací amplitudovou. Pro modulační metody je potřebná šířka pásma větší, než je šířka pásma přenášeného datového signálu. Praktická mez přenosové rychlosti leží níže, než je hodnota, kterou udává Shennonova věta, a je závislá na druhu modulace.

Jako nosný signál je možné také použít posloupnost impulsů (viz obr. 5.3 nahoře). Při modulaci takového signálu mluvíme o impulsové modulaci. V posloupnosti můžeme měnit výšku impulsů (VIM - výšková impulsová modulace), frekvenci impulsů (FIM - frekvenční impulsová modulace), šířku impulsů τ (ŠIM - šířková impulsová modulace) a polohu (fázi) impulsů (PIM - polohová (fázová) impulsová modulace). Dále existuje pulsní kódová modulace PCM, kde se modulace provádí tak, že se modulační funkce vzorkuje a vzorky jsou pak zakódovány do binárního kódu (pomocí A/Č převodníku). Je dokonce možné používat dvou nebo tří typů modulací současně v jedné posloupnosti impulsů tak, že všechny typy jsou navzájem prakticky nezávislé (např. současně výškovou a šířkovou impulsovou modulaci apod.).



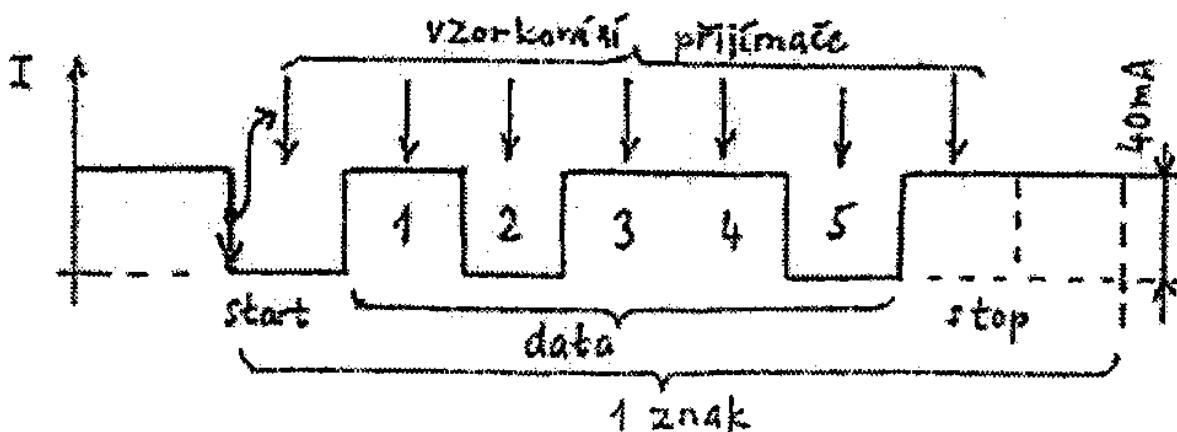
Obr. 5.3 Signály impulsové modulace

5.2 Sdílení přenosového média

Pokud přenosové médium (např. koaxiální kabel) poskytuje větší šíři pásma (větší přenosovou rychlost) než je potřebné pro realizaci jediného přenosového kanálu, lze médium sdílet více přenosovými kanály. Lze použít dvě metody : kmitočtový a časový multiplex. Kmitočtový multiplex je založen na rozdělení pásma přenášeného médiem na oddělené kmitočtové úseky (pásma), které dále využíváme pro vytvoření samostatných přenosových kanálů. Nevýhodou kmitočtového multiplexu je potřeba kvalitních a drahých filtrů a velké množství modemů (modulátorů - demodulátorů). Časový multiplex využívá skutečnosti, že spojitý signál (plně využívající pásma přenášeného médiem) je schopen přenést více údajů,

něž kolik je potřeba přenášet po jednom datovém kanálu. V takovém případě můžeme přenosovému kanálu přiřadit přepínač, který bude postupně přivádět na vstup kanálu data z několika zdrojů. Synchronně pracující přepínač na přijímací straně dovolí přenesená data opět rozdělit k příslušným příjemcům. Časový multiplex je snadněji realizovatelný než multiplex kmitočtový. V telefonních sítích se používá jako systém pulsně kódové modulace (PCM).

Synchronismus (časový soulad) činností přijímače s činností vysílače se zajišťuje trojím způsobem přenosu informace : arytmičtým, synchronním a asynchronním. Zajistit vzájemnou synchronizaci vysílače a přijímače mají za úkol metody bitové synchronizace. Vzorkování (odběr vzorků) přijímaného signálu se musí uskutečňovat ve vhodných okamžicích, kdy stav elektrického signálu zcela jednoznačně zobrazuje přenášenou informaci (nutno přihlédnout k časovému zpoždění, jež je způsobeno konečnou rychlostí šíření signálu v přenosovém vedení). Nejjednodušší metodou, jak zajistit správné vzorkování přijatého spojitého signálu, je přenášet vedle vlastního signálu ještě signál synchronizační. Nevýhodou této triviální metody je podstatné rozšíření potřebného kmitočtového pásma. Stejného výsledku lze dosáhnout i vhodným kódováním přenášených dat (obr. 5.1h). Zajistíme-li, aby časové základny přijímače a vysílače běžely zhruba stejnou rychlostí, pak postačí pravidelně vyrovnávat jejich fázové odchylky, aby se dosáhlo potřebné synchronní činnosti. O pravidelné vkládání synchronizační informace do přenášených dat se opírá arytmický přenos (nepřesně označovaný jako asynchronní) nakreslený na obr. 5.4. Potřebnou fázovou synchronizaci zajišťuje start-bit (přechod ze stavu "1" do stavu "0"), kterým je zahajován přenos každého znaku dat. Podmínkou správné činnosti synchronizačních obvodů je výskyt změn v přenášených datech. Tuto podmínku lze snadno splnit například zajištěním každého znaku (značky) přenášené zprávy paritou (u znakově orientovaných protokolů) nebo vkládáním bitů (u bitově orientovaných protokolů).



Obr. 5.4 Arytmický (dálnopisný) přenos dat

Realizace fázového závěsu, který využívá změn v přenášených datech je značně složitá. Pro vysoké přenosové rychlosti (1 Mbit/s až 10 Mbit/s) je proto výhodnější použít takový způsob kódování, které synchronizaci zjednodušují (např. obr. 5.1f). Nevýhodou fázových závěsů je jejich (nutná) zpožděná reakce na zjištěnou odchylku mezi fází časové základny přijímače a fází přijímaného signálu. Před vlastním vysláním zprávy proto musí modem vyslat synchronizační posloupnost, která dovolí sfázovat časovou základnu přijímače dat.

Synchronní přenos informace se vyznačuje tím, že změna charakteristického stavu signálu může nastat jen v okamžiku, jenž je předurčen pravidelným časovým rastrem

vytvářeným trvale pracující časovou základnou vysílače. Pro vyjádření každého diskrétního symbolu sériovým signálem je vymezen časový interval mezi dvěma sousedními body časového rastru. Časová základna přijímače, určující okamžiky vzorkování, musí mít proto stejnou rychlost jako časová základna vysílače a musí pracovat nepřetržitě. Říkáme, že časové základny přijímače musí pracovat synchronně - odtud pochází název metody přenosu. Jde tedy o synchronizaci prvkovou (při přenosu dvojkovým signálem lze hovořit o bitové synchronizaci). Základní symboly však tvoří prvky rozsáhlejších kódových složek, takže kromě prvkové synchronizace musí být zajištěna též složková (znaková) synchronizace. Jednotlivé kódové složky mohou být opět součástí rozsáhlejších bloků, pro jejichž správnou separaci je nutná bloková synchronizace atd. Obecně se skupina základních kódových prvků nazývá rámcem a potřebná synchronizace rámcovou synchronizací. Synchronní přenos efektivně využívá přenosový kanál, má vysokou odolnost proti poruchám. Nevýhodou je poměrně zdlouhavé nastavování synchronismu během přenosu. Při asynchronním signálu se tvorba elektrického signálu neřídí pravidelným časovým rastrem. Aby přijímač mohl rozlišit jednotlivé prvky signálu, nesmí dva prvky téhož charakteristického stavu následovat bezprostředně po sobě. Protože jeden charakteristický stav musí zůstat vyhrazen pro vyjádření oddělovacích prvků, musí být u dvoustavového signálu rozlišeny informační prvky například délkou (ŠIM, Morseova abeceda) nebo musí být použit signál třístavový (viz obr. 5.1h). Výhodou asynchronního přenosu je, že nepotřebuje přesnou časovou základnu k řízení chodu vysílače a přijímače. Nevýhodou je nižší efektivnost využití přenosového kanálu.